

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 50 197.1

**Anmeldetag:** 28. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Bildsystem zur Verarbeitung von Bilddaten

**IPC:** G 06 T, H 05 G

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 23. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Schäfer".

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Eberhard Schäfer".

**Beschreibung****Bildsystem zur Verarbeitung von Bilddaten**

5 Die Erfinlung betrifft ein Bildsystem zur Verarbeitung von Bilddaten in Form von Grauwertsignalen und Erzeugung eines an einer Wiedergabeeinrichtung darstellbaren Bilds, insbesondere für eine medizinische Diagnostikeinrichtung, mit einer Schaltung zur Harmonisierung der Bilddaten.

10

Derartige Bildsysteme sind bekannt und kommen primär in Verbindung mit Röntgendiagnostikeinrichtungen zum Einsatz. Sie dienen dazu, anhand der durch die Röntgenuntersuchung aufgenommenen Bilddaten ein aussagekräftiges Röntgenbild zu erzeugen. Solche Röntgendiagnostikeinrichtungen umfassen einen Bildwandler zur Umwandlung des Röntgenbilds in eine elektrische analoge Signalfolge, ein Bild- oder Videosignal. Ein derartiger Bildwandler kann beispielsweise ein Festkörperbilddetektor sein. Da medizinische Bildsysteme im allgemeinen digital ausgebildet sind, werden die gelieferten Bildsignale in entsprechende digitale Werte umgesetzt, wozu das Röntgenbild in verschiedene Bildpunkte (Pixel) zerlegt wird, denen verschiedene digitale Grauwerte zugeordnet sind. Die aufgenommenen Bilder werden dem Arzt zur Beurteilung der Diagnosefindung in der Regel an einem geeigneten Monitor als Graubild dargestellt.

Es ist ferner bekannt, die aufgenommenen Bilddaten bzw. die Grauwertsignale zu bearbeiten, um das erzeugte Bild gezielt im Bildeindruck zu verändern, um dem erzeugten Bild unterschiedliche Informationen entnehmen zu können. Eine Bildverarbeitungsmöglichkeit ist die sogenannte Harmonisierung, auch bezeichnet als "DDO" (DDO = Dynamic Density Optimisation). Bei dieser Harmonisierung, häufig auch als Dynamic Range Control oder "Dynamikausgleich" genannt, werden die originär aufgenommenen Bilddaten, die sogenannten "Nativbilddaten", mit einem gewichteten Niederfrequenzfilter gefiltert, es wird

eine Faltung der Bilddaten vorgenommen. Durch diese Niederfrequenzfilterung tritt eine Einschränkung des Grauwertebereichs ein, in dem die Bilddaten liegen, d.h. das Bild wird insgesamt "flacher", der Kontrast nimmt ab. Wenngleich durch die Hochpassfilterung die höherfrequenten Anteile vorteilhaft gefiltert werden, führt die Verflachung des Bildes bzw. des Grauwertbereichs und der damit verbundenen Kontrastverlust zu einem veränderten Bildeindruck.

10 Um die durch das Harmonisieren eingetretene "Bildverflachung" wieder ausgleichen zu können, sind im Stand der Technik vom Arzt oder Benutzer aufwendige Optimierungsvorgänge manuell durchzuführen. Hierbei kommt es nun in der Regel vor, dass aufgrund der manuellen Veränderung wiederum andere bildbestimmende Parameter manipuliert werden, so dass der Bildeindruck wiederum verändert wird und an Aussagekraft verliert. Beispielsweise kann die Bildhelligkeit nachteilig beeinflusst werden, das Bild kann zu dunkel oder zu hell werden etc.

15 20 Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Bildsystem anzugeben, das hier Abhilfe schafft und dem Arzt oder Benutzer die manuelle Optimierung weitgehend abnimmt.

25 Zur Lösung dieses Problems bei einem Bildsystem der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Schaltung zur automatischen Kontrastanhebung durch erneutes Ausregeln der Grauwertsignale und damit des Grauwertdynamikbereichs unter Beibehaltung des das Zentrum des Grauwertbereichs definierenden C-Werts nach vorangegangener Harmonisierung ausgebildet ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Bildsystem erfolgt nach vorangegangener Harmonisierung eine automatische Kontrastanhebung, um die durch die Harmonisierung bewirkte Kontrastverflachung wieder auszugleichen. Diese Kontrastanhebung erfolgt erfindungsgemäß unter Beibehaltung des Center- bzw. C-Werts, das heißt die mittlere Bildhelligkeit wird beibehalten. Durch die

automatische erneute Ausregelung wird der gesamte Grauwertdynamikbereich zur Optimierung des Bildeindrucks angepasst, was eine Kontrastanhebung bewirkt. Der Arzt oder Benutzer ist also nicht mehr wie bisher gefordert, hier manuell tätig zu

werden und durch eine Reihe von manuellen Operationen zu versuchen, das Bild zu optimieren, vielmehr nimmt ihm dies das Bildsystem unter Beibehaltung des zentralen C-Werts im Rahmen der automatischen Kontrastanhebung ab.

Dabei kann die automatische Ausregelung in Abhängigkeit überlagerter höherfrequenter Signalanteile zur Verstärkung derselben erfolgen. Im Rahmen der Neuausregelung wird quasi das Grauwertfenster, beschrieben durch den sogenannten Window- oder W-Wert, kontrastanhebend aufgezogen, wobei dieses Fenster durch die Harmonisierung verflacht wurde. Sind höherfrequente Signalanteile in den Grauwertsignalen vorhanden, so kann die Ausregelung unter Berücksichtigung dieser höherfrequenten Signalanteile erfolgen, um zu vermeiden, dass diese aufgrund der erneuten Ausregelung bzw. dem Aufziehen des Grauwertfensters nachteilig beeinflusst werden. Ziel ist es in jedem Fall, auch diese höherfrequenten Anteile oder Bereiche des Bildes verstärkt darzustellen und somit im Kontrast anzuheben, weshalb sie im Rahmen der Ausregelung berücksichtigt werden.

Dabei kann erfindungsgemäß im Rahmen der automatischen Ausregelung der der Dynamikgrenze am nächsten kommende höherfrequente Signalanteil ermittelt werden, in dessen Abhängigkeit die Ausregelung erfindungsgemäß derart erfolgen sollte, dass unter weitgehender Ausnutzung des Grauwertdynamikbereichs die höherfrequenten Signalanteile nicht abgeschnitten werden. Die automatische Kontrastausregelung, die auch als Autokontrastfunktion benannt werden kann, ermittelt hierbei den höherfrequenten Signalanteil, der am nächsten zur Dynamikobergrenze liegt. Das Fenster bzw. der Grauwertbereich wird nun erfindungsgemäß soweit aufgezogen, dass dieser höherfrequente Signalanteil immer noch innerhalb der maximalen Grauwertdynamik

liegt und dieser Signalanteil mithin nicht abgeschnitten wird, was zu einem Informationsverlust führen würde. Das Aufziehen des Grauwertfensters erfolgt also unter Berücksichtigung der Dynamikgrenze sowie des ihr am nächsten kommenden höherfrequenten Signalanteils, sofern dieser höherfrequente Signalanteil die niederfrequenten Anteile derart übersteigt, dass er abgeschnitten werden würde.

Zweckmäßigerweise wird hierzu automatisch ein Verstärkungsfaktor ermittelt, um den der der Dynamikgrenze nächstliegende Signalanteil anzuheben ist, so dass er noch innerhalb der Dynamikgrenze oder einer unterhalb der Dynamikgrenze liegenden Begrenzung liegt. Es ist nicht immer erforderlich oder zu Optimierungszwecken gewünscht, das Grauwertfenster maximal möglich aufzuziehen, vielmehr ist es auch denkbar, nur bis zu einer unterhalb der oberen Dynamikgrenze liegenden Begrenzung das Fenster zu vergrößern. Diese Begrenzung kann beispielsweise vom Arzt festgelegt werden, auch kann diese Begrenzung automatisch unter Berücksichtigung anderer bildbestimmender oder bearbeitungstechnischer Parameter gewählt werden. Die Schaltung ist nun imstande, automatisch einen entsprechenden Verstärkungsfaktor zu ermitteln, der zur erfindungsgemäßen zulässigen Anhebung führt. Die anderen Bereiche der gesamten Signalkurve werden ebenfalls entsprechend angehoben, jedoch mit bereichsspezifischen Verstärkungsfaktoren, die ihrerseits wiederum vom letztendlich ermittelten Verstärkungsfaktor abhängig sind.

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens kann vorgesehen sein, dass die automatische Kontrastanhebung vom Benutzer teilweise zuschaltbar ist. Sie ist zweckmäßigerweise Teil eines Organprogramms, sofern es sich um eine medizinische Anlage handelt, bei der das erfindungsgemäße Bildsystem integriert ist. Der Arzt oder Benutzer kann also selbst entscheiden, ob er die Autokontrastfunktion aktivieren möchte oder nicht. Auch kann die Schaltung automatisch im Hinblick auf die Kontrastanhebung auf eine vom Arzt gewählte Darstellungs-

art reagieren. Beispielsweise kann der Arzt von einer Darstellung der Knochen in schwarz auf eine weiße Darstellung umschalten oder diese Darstellung wählen. Die Schaltung passt die automatische Kontrastanhebung entsprechend an und berücksichtigt die gewünschte Darstellungsart.

Weiterhin kann die Schaltung ferner zur Durchführung einer parametrierbaren Ortsfrequenzfilterung der Bilddaten ausgebildet sein, wobei die Durchführung einer automatischen Kon-

10 trastanhebung vom Filterparameter der Ortsfrequenzfilterung abhängig ist. In der Regel ist der Filterfaktor einer Ortsfrequenzfilterung der Bilddaten vom Arzt oder Benutzer einstellbar, also parametrierbar. Wird die Ortsfrequenzfilterung mit relativ hohem Filterfaktor durchgeführt, so wäre eine nachfolgende Autokontrastfunktion im oben beschriebenen erfindungsgemäßen Sinn nachteilig. Denn es würde sonst gegebenenfalls zu einer zu starken Anhebung von bereits durch die Ortsfrequenzfilterung stark betonten Bereichen kommen, es käme zu Überschwingern oder Bildung von Doppellinien. Um dies 15 zu vermeiden, wird gemäß dieser Erfindungsausgestaltung die Autokontrastanhebung nur durchgeführt, wenn dies im Hinblick auf den parametrierten Ortsfrequenzfilterparameter sinnvoll 20 ist.

25 Hierbei kann es zur Vermeidung von Bedienungsfehlern durch den Arzt oder Benutzer zweckmäßig sein, wenn an einer Bedienoberfläche, an der der Arzt oder Benutzer das Bildsystem bedient, dem Bediener zunächst eine Anwahlmöglichkeit für eine Ortsfrequenzfilterung unter Eingabe eines Filterparameters 30 gegeben wird, wobei die Gabe einer Anwahlmöglichkeit der automatischen Kontrastanhebung in Abhängigkeit des eingegebenen Filterparameters erfolgt. Wird vom Bediener ein Ortsfrequenzfilterparameter eingegeben, der eine nachfolgende automatische Kontrastanhebung im erfindungsgemäßen Sinn als nicht 35 sinnvoll erscheinen lässt, so wird dem Bediener diese Funktion gar nicht erst angeboten.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

5 Fig. 1 eine Röntgendiagnostikeinrichtung mit dem erfindungsgemäßen Bildsystem,

10 Fig. 2 ein Diagramm mit einer exemplarischen, lediglich eine Prinzipkurve darstellenden Grauwertsignalkurve vor der Harmonisierung,

Fig. 3 die Grauwertsignalkurve aus Fig. 2 nach der Harmonisierung, und

15 Fig. 4 die Grauwertsignalkurve aus Fig. 3 nach der erfindungsgemäßen automatischen Kontrastverstärkung.

Fig. 1 zeigt in Form einer Prinzipskizze den elektrischen Aufbau einer Röntgendiagnostikeinrichtung. Dargestellt ist ein Hochspannungsgenerator 1, der eine Röntgenröhre 2 speist, in deren Strahlengang 3 sich ein Patient 4 befindet. Ein im Strahlengang 3 befindlicher Strahlungsempfänger 5, z.B. ein Festkörperstrahlungsdetektor empfängt die den Patienten 4 durchdringende Röntgenstrahlung und wandelt diese in entsprechende Bildsignale um, die an ein ihm nachgeschaltetes Bildsystem 6 gegeben werden. Dort werden sie zur Erzeugung eines an einer Wiedergabeeinrichtung in Form eines Monitors 7 geeignete Bilder verarbeitet. Parallel zum Monitor 7 lassen sich auch andere Wiedergabeeinrichtungen wie z.B. Drucker an das Bildsystem anschließen, gleichermaßen kann das Bildsystem 6 auch zur Übertragung an einen externen Monitor über entsprechende Datenleitungen ausgebildet sein.

Im Bildsystem 6 ist eine Schaltung 8 zur Vornahme der erfindungsgemäßen Bildverarbeitung durch Harmonisierung und automatische Kontrastanhebung unter Beibehaltung der mittleren Bildhelligkeit, also des C- oder Centerwerts vorgesehen.

Selbstverständlich sind in dem Bildsystem 6 noch weitere Komponenten enthalten, Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze, die lediglich zu Erläuterungszwecken die Schaltung zeigt. Die Bedienung erfolgt über eine nicht näher gezeigte Bedienoberfläche, z. B. ein Bedienpult und Monitor oder eine Tastatur etc.

Die Fig. 2 - 4 zeigen anhand eines Prinzipdiagramms, wie sich die Grauwertsignalkurve durch die Harmonisierung und die nachfolgende Autokontrastfunktion ändert.

10

Fig. 2 zeigt in Form eines Prinzipdiagramms einen exemplarischen Signalverlauf. Längs der Abszisse sind die Grauwert-Eingangssignale, hier idealisiert von 0 bis 1 aufgetragen, also das an das Bildsystem gegebene, vom Strahlungsempfänger kommende Eingangssignal. Z.B. bewegt sich der Grauwertebereich von 0 bis 1023, er umfasst also insgesamt 1024 Grauwerte. Längs der Ordinate ist das Grauwert-Ausgangssignal, also das vom Bildsystem an den Monitor 7 gegebene Ausgangssignal, auch hier idealisiert von 0 bis 1 aufgetragen. Ersichtlich steigt das Signal innerhalb des Grauwertebereichs von der unteren Dynamikgrenze bis zur oberen Dynamikgrenze an. Angegeben ist ferner der Center-Wert C, der hier bei  $C=0,5$  liegt. Die Kurve zeigt also die Transformation der Eingangssignale in die Ausgangssignale.

30

Ferner sind exemplarisch einige Ausschläge 9 in Form der vertikalen Linien gezeigt, bei denen es sich um hochfrequente Signalanteile handelt, die dem niederfrequenten Signal überlagert sind. Zu dem linken der drei oberen Ausschlägen 9 ist exemplarisch seine Länge 1 angegeben, die sich wie nachfolgend noch gezeigt wird, aufgrund der erfindungsgemäßen Autokontrastfunktion verändern wird. Fig. 2 zeigt den Ausgangszustand des Grauwertsignalverlaufs vor der Harmonisierung.

35

Ausgehend vom Verlauf gemäß Fig. 2 wird nun eine Harmonisierung durchgeführt. Hierbei erfolgt eine Tiefpassfilterung, wodurch die niederfrequenten Signale gefiltert werden. Diese

Tiefpassfilterung erfolgt ohne Änderung des Center-Werts  $C$ . Die Kurve und damit das Bild wird „flacher“, ersichtlich ist die Steigung der Kurve deutlich geringer als im Vergleich zur Fig. 2, die Fensterbreite  $\bar{W}$  des transformierten Ausgangssignals hat abgenommen. Die Flachheit des Bildes lässt sich einfacher anhand des in Fig. 3 eingezeichneten Fensters  $\bar{W}$  um den  $\bar{C}$ -Wert verdeutlichen. Die Harmonisierung erfolgt hier mit einem beliebigen Harmonisierungsfaktor von x-Prozent. Durch die Harmonisierung und damit Verflachung ändert sich zwangsläufig auch die Lage der Ausschläge 9.

Nun erfolgt die erfindungsgemäße automatische Kontrastverstärkung über die Schaltung 8. Hierzu wird zunächst der maximale Ausschlag 9 ermittelt. Dies wäre ausgehend in Fig. 3 der linke der drei oberen Ausschläge, zu dem seine Länge  $l$  angegeben ist. Ferner wird automatisch ermittelt, um welchen Verstärkungsfaktor  $v$  er zu verstärken ist, damit er noch innerhalb der Dynamikgrenze liegt. Hierüber wird also ermittelt, wie die Grauwertsignale erneut auszuregeln sind und damit der Grauwertsignalbereich  $\bar{W}$  aufgezogen werden kann, damit auch die maximalen höherfrequenten Anteile gerade noch innerhalb des Dynamikbereichs liegen und nicht abgeschnitten werden. In Fig. 4 ist der durch das erneute Ausregeln erzeugte Signalverlauf dargestellt. Ersichtlich verläuft die Signalkurve wieder etwas steiler im Vergleich zu der gemäß Fig. 3, die „Länge“ des „höchsten“ Ausschlags der höherfrequenten Anteile beträgt  $v \cdot l$  und endet im gezeigten Beispiel an der oberen Dynamikbereichsgrenze. Auch die anderen Ausschläge wurden entsprechend verstärkt. Die neue Ausregelung äußert sich in der beschriebenen Fensterbreite  $\bar{W}^*$  um den Center-Wert  $\bar{C}$  und der Signalobergrenze der niederfrequenten Kurve, sie ist ersichtlich größer als das Fenster  $\bar{W}$  in Fig. 3. Der Center-Wert  $C$  bzw.  $\bar{C}$  wurden jeweils beibehalten, das heißt die mittlere Bildhelligkeit bleibt trotz automatischer Kontrastanhebung gleich, lediglich der Grauwertdynamikbereich wird aufgezogen, wodurch eine Kontrastanhebung eintritt. Durch dieses automatische Aufziehen unter Berücksichtigung der hö-

herfrequenten Anteile, die quasi das Verstärkungsmaß vorgeben und nicht abgeschnitten werden sollen, ergibt sich auch eine Verstärkung der höherfrequenten Anteile oder Bereiche des Bildes, je nach verwendetem Parameter/Parametersatz für die 5 Autokontrastregelung.

Wie bereits einleitend beschrieben kann die automatische Kontrastanhebung Teil eines Organprogramms sein und zweckmäßigerverweise in ihrer Funktion zu- und abschaltbar. Auch besteht 10 die Möglichkeit, die Harmonisierung und nachfolgende Autokontrastfunktion unter Berücksichtigung weiterer Bildverarbeitungsparameter wie z.B. einer vom Bediener gewählten Ortsfrequenzfilterung vorzunehmen. Beispielsweise kann bei angewählter Ortsfrequenzfilterung unter Berücksichtigung der dort 15 gewählten Filterparameter die erneute Ausregelung abhängig von diesem gewähltem Ortsfrequenzfilterparameter automatisch durchgeführt werden, und zwar derart optimiert, dass trotz vorgenommener Ortsfrequenzfilterung und nachfolgender Kontrastanhebung Überschwinger und dadurch hervorgerufene Überzeichnungen im Bild, z.B. Doppellinien vermieden werden. Es kann also beispielsweise die Harmonisierung mit einem niedrigerem Filterwert (also einem kleinerem x-%-Wert) erfolgen, auch kann die erneute Ausregelung nicht bis zur Dynamikobergrenze erfolgen, sondern bezüglich eines darunter liegenden 20 Grenzwerts, der in diesem Fall automatisch festgelegt werden kann, um eine zu starke Anhebung der höherfrequenten Anteile zu vermeiden. Weiterhin kann die Autokontrastfunktion auch abhängig von der medizinischen Fragestellung parametriert werden, d.h. sie kann beispielsweise davon abhängig sein, ob 25 z.B. ein Knochen im Bild weiß oder schwarz dargestellt werden soll.

Insgesamt lässt die erfindungsgemäß beschriebene Harmonisierung nebst automatischer Kontrastanhebung unter Berücksichtigung der höherfrequenten Anteile eine Kontrastanhebung sowohl 30 der niederfrequenten wie auch der höherfrequenten Signale zu, ohne der Gefahr etwaiger Überschwinger oder Überzeichnungen.

Der Arzt oder Bediener muss also nicht mehr manuell nachverarbeiten, vielmehr bietet das erfindungsgemäße Bildsystem ihm die Möglichkeit, durch einfache Anwahl der jeweiligen Grundfunktionen ein weitestgehend optimiertes Bild dargestellt zu bekommen.

5

## Patentansprüche

1. Bildsystem zur Verarbeitung von Bilddaten in Form von Grauwertsignalen und Erzeugung eines an einer Wiedergabeeinrichtung darstellbaren Bilds, insbesondere für eine medizinische Diagnostikeinrichtung, mit einer Schaltung zur Harmonisierung der Bilddaten, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (8) zur automatischen Kontrastanhebung durch erneutes Ausregeln der Grauwertsignale und damit des Grauwertdynamikbereichs unter Beibehaltung des Zentrum des Grauwertbereichs definierenden C-Werts nach vorangegangener Harmonisierung ausgebildet ist.
2. Bildsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die automatische Ausregelung in Abhängigkeit überlagerter höherfrequenter Signalanteile zur Verstärkung derselben erfolgt.
3. Bildsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen der automatischen Ausregelung der Dynamikgrenze am nächsten kommende höherfrequente Signalanteil (9) ermittelt wird, in dessen Abhängigkeit die Ausregelung erfolgt.
4. Bildsystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausregelung derart erfolgt, dass unter weitgehender Ausnutzung des Grauwertdynamikbereichs der oder die höherfrequenten Signalanteile nicht abgeschnitten werden.
5. Bildsystem nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass automatisch ein Verstärkungsfaktor (v) ermittelt wird, um den der Dynamikgrenze nächstliegende Signalanteil (9) anzuheben ist, dass er noch innerhalb der Dynamikgrenze oder einer unterhalb der Dynamikgrenze liegenden Begrenzung liegt.

6. Bildsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die automatische Kontrastanhebung vom Benutzer wahlweise zu-schaltbar ist.

5

7. Bildsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (8) ferner zur Durchführung einer parametrierbaren Ortsfrequenzfilterung der Bilddaten ausgebildet ist, wobei 10 die Durchführung einer automatischen Kontrastanhebung vom Filterparameter der Ortsfrequenzfilterung abhängig ist.

8. Bildsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass an einer Bedienoberfläche 15 dem Bediener zunächst eine Anwahlmöglichkeit für eine Ortsfrequenzfilterung unter Eingabe eines Filterparameters gegeben wird, und dass die Gabe einer Anwahlmöglichkeit der automatischen Kontrastanhebung in Abhängigkeit des eingegebenen Filterparameters erfolgt

20

Zusammenfassung

Bildsystem zur Verarbeitung von Bilddaten

5 Bildsystem zur Verarbeitung von Bilddaten in Form von Grauwertsignalen und Erzeugung eines an einer Wiedergabeeinrichtung darstellbaren Bilds, insbesondere für eine medizinische Diagnostikeinrichtung, mit einer Schaltung zur Harmonisierung der Bilddaten, wobei die Schaltung (8) zur automatischen Kontrastanhebung durch erneutes Ausregeln der Grauwertsignale und damit des Grauwertdynamikbereichs unter Beibehaltung des das Zentrum des Grauwertbereichs definierenden C-Werts nach vorangegangener Harmonisierung ausgebildet ist.

10

15 FIG 1

FIG 1

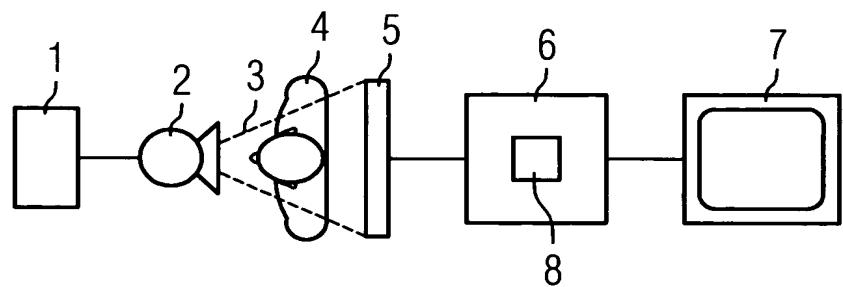


FIG 2

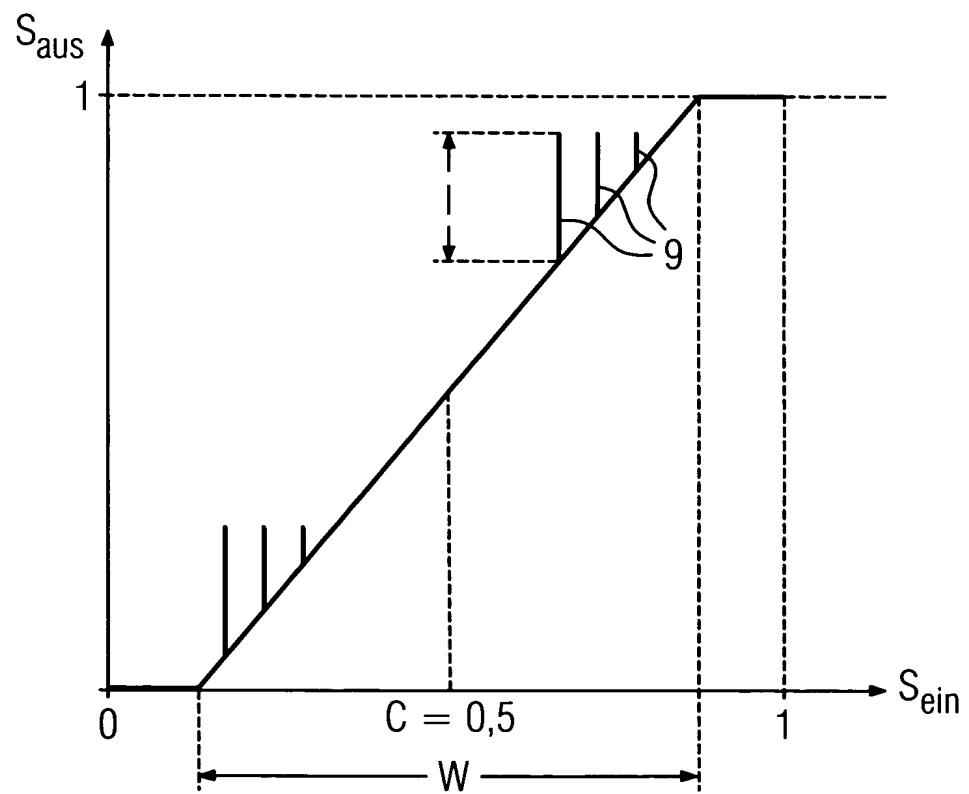


FIG 3

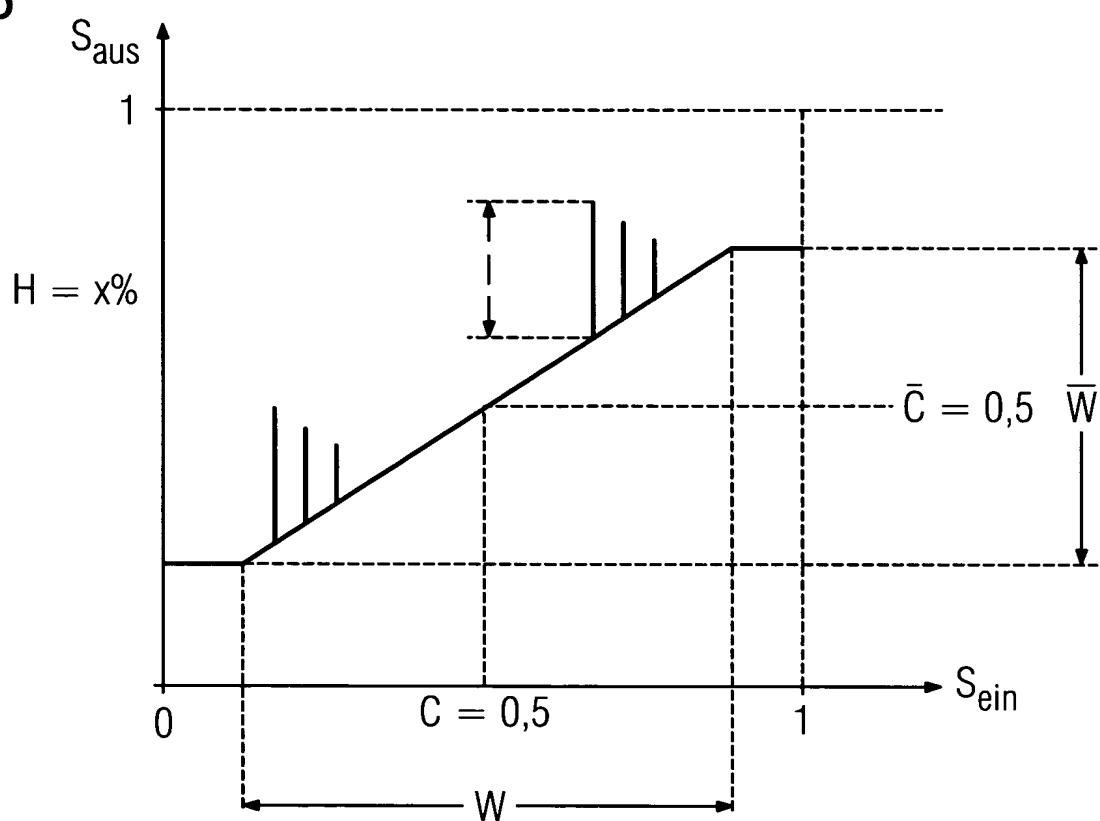


FIG 4

